

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-155315

(P2000-155315A)

(43) 公開日 平成12年6月6日 (2000. 6. 6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	G 0 2 F 1/1335	5 3 0 2 H 0 3 8
F 2 1 V 8/00	6 0 1	F 2 1 V 8/00	6 0 1 A 2 H 0 4 9
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30	2 H 0 9 1
6/00	3 3 1	6/00	3 3 1

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-321072

(22) 出願日 平成10年11月11日 (1998. 11. 11)

(31) 優先権主張番号 特願平10-260673

(32) 優先日 平成10年9月14日 (1998. 9. 14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 増田 岳志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 角田 行広

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

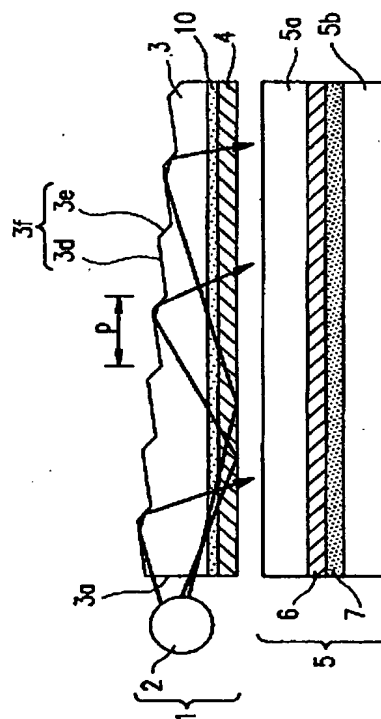
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロントライト及び反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 反射型液晶表示素子の表示品位を低下させることなく、フロントライトにより効率良く光を照射する。

【解決手段】 フロントライト1の導光体3と偏光選択透過手段4とを、両者の界面で反射が生じないように光学的に貼り合わせる。フロントライト1の内部を伝搬する光は、導光体3と一体化された偏光選択透過手段4の内部を透過しながら伝搬するので、特定の偏光以外は偏光板で吸収される。よって、対向面から観察者に到達する漏れ光を減少でき、フロントライトの出射光や漏れ光が異物により散乱して発生する揮点も減少できる。偏光選択透過手段4の表面や反射型液晶表示素子1の表面に反射防止処理を施すことにより、さらにコントラスト比を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、該光源からの光を端面から入射して該端面にほぼ垂直な第1の広面から出射させる導光体とを有し、該導光体の第1の広面に、特定の偏光のみを選択的に透過させる偏光選択透過手段が、該導光体との界面で反射が生じないように貼り合わせられているフロントライト。

【請求項2】 前記導光体と前記偏光選択透過手段とが両者の屈折率に近似した屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせられている請求項1に記載のフロントライト。

【請求項3】 前記屈折率層が、前記導光体の屈折率と微小な屈折率差を有する請求項2に記載のフロントライト。

【請求項4】 前記屈折率層が、前記導光体の屈折率よりも小さい屈折率を有する請求項3に記載のフロントライト。

【請求項5】 前記屈折率層と前記導光体との屈折率差が0より大で0.2以下である請求項3又は請求項4に記載のフロントライト。

【請求項6】 前記導光体の第1の広面と対向する第2の広面に、主として前記光源から入射された光を伝搬する伝搬部と、主として該光源から入射された光及び伝搬された光を第1の広面に向けて反射する反射部とから構成される凹凸が周期的に形成されている請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のフロントライト。

【請求項7】 前記偏光選択透過手段が偏光板と $\lambda/4$ 板との組み合わせからなる請求項1乃至請求項6のいずれかに記載のフロントライト。

【請求項8】 前記偏光選択透過手段が偏光板と $\lambda/2$ 板と $\lambda/4$ 板との組み合わせからなる請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のフロントライト。

【請求項9】 請求項1乃至請求項8のいずれかに記載のフロントライトと、前記導光体の第1の広面から前記偏光選択透過手段を介して入射される光を、その偏光状態を画素毎に制御して該偏光選択透過手段側に反射させる反射型液晶表示素子とを備えている反射型液晶表示装置。

【請求項10】 前記偏光選択透過手段の前記反射型液晶表示素子と対向する側の表面に、反射防止処理が施されている請求項9に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項11】 前記反射型液晶表示素子の前記偏光選択透過手段と対向する側の表面に、反射防止処理が施されている請求項9に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項12】 前記反射型液晶表示素子と前記偏光選択透過手段とが貼り合わせられていない請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項13】 前記導光体の第2の広面に形成されている周期的な凹凸の筋の方向が、前記反射型液晶表示素子の画素パターンの繰り返しの方向と一致しないように

形成されている請求項9乃至請求項12のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項14】 前記周期的な凹凸の筋の方向が、前記画素パターンの繰り返しの水平方向と 10° 以上 80° 以下の角度をなすように形成されている請求項13に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項15】 前記反射型液晶表示素子の画素パターンの配列がデルタ配列であり、前記周期的な凹凸の筋の方向が、該画素パターンの繰り返しの水平方向と 10° 以上 25° 以下、又は 55° 以上 80° 以下の角度をなすように形成されている請求項14に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項16】 前記反射型液晶表示素子の画素パターンの配列がストライプ配列であり、前記周期的な凹凸の筋の方向が、該画素パターンの繰り返しの水平方向と 15° 以上 75° 以下の角度をなすように形成されている請求項14に記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報表示システムやOA機器等に用いられる反射型液晶表示装置と、その表示品位を低下させることなく効率良く照明することが可能なフロントライトに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、反射型液晶表示装置においては、一对のガラス基板で液晶層を挟み、背面側のガラス基板に反射板を設けた反射型液晶表示素子（液晶パネル）の光入射側に、偏光板及び $\lambda/4$ 板等からなる偏光選択透過手段を備えている。そして、偏光選択透過手段を介して入射した照明光を反射板で反射する過程において、その光の偏光状態が液晶層で変調される。これにより、反射型液晶表示素子を出射して再び偏光選択透過手段を透過する光の光量が制御されて画像が表示される。

【0003】以下、この反射型液晶表示装置における基本的な光の偏光状態の変化について、図14を参照しながら説明する。

【0004】この反射型液晶表示装置は、一对のガラス基板65a、65bの間に液晶層66が挟持され、背面側のガラス基板に反射板67が設けられている。その前面側には偏光板64aと $\lambda/4$ 板64bとが、偏光板64aの透過軸（又は吸収軸）と $\lambda/4$ 板64bの遅相軸（又は進相軸）とが 45° の角度をなすように配置されている。照明光のうち、偏光板64aを透過した直線偏光は $\lambda/4$ 板64bで円偏光に変換されて反射型液晶表示素子65に入射する。そして、反射型液晶表示素子65の液晶層66が円偏光を変調しない場合には、反射板67で反射される際に円偏光の回転方向が逆転するので、再び $\lambda/4$ 板64bを透過した後で偏光板64aの透過軸と直交する直線偏光になって偏光板64bで吸収される。これにより黒色が表示される。一方、入射した

円偏光がその偏光状態で反射型液晶表示素子65を出射するように液晶層66で入射した円偏光を変調させる場合には、再び $\lambda/4$ 板64bを透過した後で偏光板64aの透過軸と一致する直線偏光になって偏光板64aを透過する。これにより白色が表示される。

【0005】このときの偏光板64aの透過軸や $\lambda/4$ 板64bの遅相軸の方向は、液晶材料や配向方向、視野角特性等を考慮して決定される。さらに、 $\lambda/4$ 板の光の波長に対する位相遅れの公差を補償するために、偏光板と $\lambda/4$ 板との間に $\lambda/2$ 板を配置することもある。一般に、これらの偏光板、 $\lambda/2$ 板、 $\lambda/4$ 板は各々粘着層を介して一体化され、さらに粘着層を介して反射型液晶表示素子に貼り合わせられている。

【0006】さらに、この反射型液晶表示装置において、カラー表示を行う場合には、各画素に配置された赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色のカラーフィルタ層を透過させて着色光を得る。このR、G、Bの配列パターンは種々あるが、代表的なものとしては図15

(a)に示すようなデルタ配列や図15(b)に示すようなストライプ配列等が挙げられ、画素が垂直方向及び水平方向に繰り返されて構成される。

【0007】画素数や画素サイズについても様々であり、例えば、デルタ配列の反射型液晶表示装置の場合には、2.0型では水平画素数×垂直画素数が 280×220 、画素サイズが水平方向 $145.5 \mu\text{m}$ 、垂直方向 $138.5 \mu\text{m}$ であり、2.5型では水平画素数×垂直画素数が 280×220 、画素サイズが水平方向 $179.5 \mu\text{m}$ 、垂直方向 $168.5 \mu\text{m}$ という仕様が採用されている。また、3.8型QVGAの反射型液晶表示装置では、ストライプ配列で水平画素数×垂直画素数が 960×240 、画素サイズは水平方向が $81 \mu\text{m}$ 、垂直方向が $234.5 \mu\text{m}$ という仕様が採用されている。

【0008】ところで、反射型液晶表示装置においては周囲光を利用して表示が可能であるが、表示輝度が周囲環境に依存する度合いが非常に高く、特に夜間等の暗闇では表示が全く認識できないこともある。

【0009】そのため、十分な周囲光が得られない場合に備えて、反射型液晶表示素子に前方から光を照射するフロントライトと称される照明装置が従来から提案されている。

【0010】例えば、SID'95DIGEST p.375には、図16に示すようなフロントライトが開示されている。

【0011】このフロントライト81は、導光体83とその端面83aに配置された光源82を有し、導光体83の光出射面83bと対向する対向面83cには、周期的な凹凸が形成されている。光源82からの光は直接、又は出射面83bや対向面83cで全反射され、導光体83の内部を伝搬し、対向面83cの周期的な凹凸によって出射面83bに向かって反射されて出射する。そし

て、出射面83bから出射された光は、偏光板及び $\lambda/4$ 板で構成される偏光選択透過手段84を粘着層90で貼り合わせた反射型液晶表示素子85に照射される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のフロントライト81は、点灯時に導光体83の対向面83cから漏れ光が出射して観察者に直接到達するため、黒表示が浮いた状態になって表示のコントラストを著しく低下させるという問題があった。さらに、対向面83cから出射する漏れ光は、対向面近傍に存在する埃、導光体の傷等の異物に照射されるため、それらが揮点として観察されていた。加えて、フロントライト81と偏光選択透過手段84との間に存在する異物にも照射され、それが揮点として観察されるため、表示品位を劣化させる上に生産性を損なう原因ともなり、非常に大きな問題となっていた。

【0013】さらに、上記周期的な凹凸を有するフロントライトにおいては、以下のような理由で2種類の明暗縞が発生するという問題があった。

【0014】まず、第1の明暗縞について説明する。

【0015】光源82から導光体83の入射端面83aを介して入射した光は、導光体83の内部を伝搬して対向面83cに形成された周期的な凹凸によって出射面83bに向かって反射され、その大部分が出射面83bから出射して反射型液晶表示素子85に照射される。しかし、出射面83bで約4%の表面反射分が反射されて対向面83cの周期的な凹凸を通過して観察者に到達する。従って、観察者は周期的に配置された凹凸からの光を周期的な凹凸を通して見ることになるので、第1の明暗縞が観察される。また、同様の理由で、偏光選択透過手段84の表面反射によっても第1の明暗縞が観察され、表示品位を著しく低下させる。

【0016】次に、第2の明暗縞について説明する。

【0017】上述の通り、光源82からの光は、導光体83の対向面83cに形成された周期的な凹凸で反射されて出射され、反射型液晶表示素子85に入射する。入射された照明光は、反射型液晶表示素子85において画素毎に反射され、再び導光体83の周期的な凹凸を通過して観察者に到達し、画像が認識される。従って、導光体83の周期的な凹凸、反射型液晶表示素子85の画素パターン、再度の導光体83の周期的な凹凸による干渉の結果、第2の明暗縞が発生する。ここで、周囲光を利用して画像を観察する場合にも同様に、光が導光体83の周期的な凹凸を通過し、反射型液晶表示素子85の画素パターンを通過し、さらに導光体83の周期的な凹凸を通過するため、干渉による第2の明暗縞が発生する。

【0018】導光体と液晶パネルとの間の反射を防止するために、実開昭63-4515公報には、図17に示すような、液晶セル31と導光体35とを透明樹脂36を介して密着させる方法が開示されている。しかし、こ

の公報には偏光板や位相差板等の構成要件について開示されておらず、従って、フロントライトの導光体に偏光選択透過手段を貼り合わせるにより生じる本発明の作用効果についても一切開示されていない。

【0019】さらに、図17に示すように液晶セル31と導光体35とを密着させた場合、両者が剛体であるために気泡が混入したり、接着樹脂の硬化が不充分になったり、リワークできなかつたりする等の問題が生じ、生産が困難となる。

【0020】本発明は上記従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、表示品位を低下させることなく効率良く光を照射することができるフロントライト、及び高輝度化が可能で生産性にも優れた反射型液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明のフロントライトは、光源と、該光源からの光を端面から入射して該端面にほぼ垂直な第1の広面から出射させる導光体とを有し、該導光体の第1の広面に、特定の偏光のみを選択的に透過させる偏光選択透過手段が、該導光体との界面で反射が生じないように貼り合わせられており、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】前記導光体と前記偏光選択透過手段とが両者の屈折率に近似した屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせられていてもよい。

【0023】前記屈折率層が、前記導光体の屈折率と微小な屈折率差を有しているのが望ましい。

【0024】前記屈折率層が、前記導光体の屈折率よりも小さい屈折率を有するのが望ましい。

【0025】前記屈折率層と前記導光体との屈折率差が0より大で0.2以下であるのが望ましい。

【0026】前記導光体の第1の広面と対向する第2の広面に、主として前記光源から入射された光を伝搬する伝搬部と、主として該光源から入射された光及び伝搬された光を第1の広面に向けて反射する反射部とから構成される凹凸が周期的に形成されていてもよい。

【0027】前記偏光選択透過手段が偏光板と $\lambda/4$ 板との組み合わせからなっているのもよい。

【0028】前記偏光選択透過手段が偏光板と $\lambda/2$ 板と $\lambda/4$ 板との組み合わせからなっているのもよい。

【0029】本発明の反射型液晶表示装置は、本発明のフロントライトと、前記導光体の第1の広面から前記偏光選択透過手段を介して入射される光を、その偏光状態を画素毎に制御して該偏光選択透過手段側に反射させる反射型液晶表示素子とを備え、そのことにより上記目的が達成される。

【0030】前記偏光選択透過手段の前記反射型液晶表示素子と対向する側の表面に、反射防止処理が施されていてもよい。

【0031】前記反射型液晶表示素子の前記偏光選択透

過手段と対向する側の表面に、反射防止処理が施されていてもよい。

【0032】前記反射型液晶表示素子と前記偏光選択透過手段とは貼り合わせられていないのが望ましい。

【0033】前記導光体の第2の広面に形成されている周期的な凹凸の筋の方向が、前記反射型液晶表示素子の画素パターン of 繰り返しの方向と一致しないように形成されているのが望ましい。

【0034】前記周期的な凹凸の筋の方向が、前記画素パターンの繰り返しの水平方向と 10° 以上 80° 以下の角度をなすように形成されているのが望ましい。

【0035】前記反射型液晶表示素子の画素パターンの配列がデルタ配列であり、前記周期的な凹凸の筋の方向が、該画素パターンの繰り返しの水平方向と 10° 以上 25° 以下、又は 55° 以上 80° 以下の角度をなすように形成されていてもよい。

【0036】前記反射型液晶表示素子の画素パターンの配列がストライプ配列であり、前記周期的な凹凸の筋の方向が、該画素パターンの繰り返しの水平方向と 15° 以上 75° 以下の角度をなすように形成されていてもよい。

【0037】以下、本発明の作用について説明する。

【0038】本発明にあっては、フロントライトの導光体と偏光選択透過手段とが、両者の界面で反射が生じないように光学的に貼り合わせられている。光源から導光体の端面に入射した光は、直接、または一体化された偏光選択透過手段の内部を伝搬する過程で導光体の第2の広面、すなわち対向面に形成された凹凸に到達して第1の広面、すなわち出射面に向かって反射され、偏光選択透過手段を特定の偏光のみが選択的に透過して反射型液晶表示素子に照射される。反射型液晶表示素子は、液晶層によりその照明光の偏光状態を画素毎に制御して偏光選択透過手段側に反射させる。これにより再び偏光選択透過手段を透過する光量が制御されて画像が表示される。

【0039】ここで、フロントライトの内部を伝搬する光は、導光体と一体化された偏光選択透過手段の内部を透過しながら伝搬するので、特定の偏光以外は偏光板で吸収される。よって、光源からの偏光成分を持たない光が内部を伝搬する従来のフロントライトに比べて光量が半分以上となり、対向面から観察者側に射出する漏れ光も半分以上になるので、表示のコントラスト低下を低減することができる。さらに、同様の理由で、導光体の対向面近傍に存在する異物に照射された漏れ光が散乱して発生する輝点も減少させることができ、表示品位の向上と生産性の向上が図れる。

【0040】さらに、本発明では、フロントライトを射出する光がそれに貼り合わせられた偏光選択透過手段の内部を透過するので、反射型液晶表示素子の表示に必要な特定の偏光となっている。これに対して、従来のフロ

ントライトでは、フロントライトを出射した後で、反射型液晶表示素子に貼り合わせられた偏光選択透過手段によって表示に必要な偏光のみが透過する。従って、本発明では、反射型液晶表示素子に入射する偏光の光量は従来と同等であるが、フロントライトを出射する光量は従来を半分以上とする。その結果、異物に照射されたフロントライトの出射光が散乱して発生する揮点を減少させることができ、表示品位の向上と生産性の向上を図ることができる。

【0041】上記導光体と偏光選択透過手段とは、両者の屈折率に近似した屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせることににより、両者の界面で反射が生じないように光学的に一体化することができる。

【0042】しかし、フロントライトにおいては、光源から導光体の端面に入射した光を第1の広面及び第2の広面での反射を利用して伝搬させる必要がある。このため、導光体の屈折率と屈折率層の屈折率とが完全に一致して第1の広面での反射が全く生じない状態になると、光の伝搬が妨げられてフロントライトからの照明光の強度が光源から遠くなるにつれて低下するという問題が発生する。従って、導光体と偏光選択透過手段との間に設けられる屈折率層は、導光体とわずかに屈折率が異なった層であるのが好ましい。後述する実施形態3において図11に示すように、導光体の屈折率と微小な屈折率差を有する屈折率層を設けることにより、反射角が大きい領域で界面での反射が生じ、導光体中を伝搬する光の量が増加する。このように、界面での反射によって光を効率良く伝搬させて照明光強度の低下を抑制し、均一な照明光を得ることができる。また、反射角が大きい領域で界面での反射が生じるため、観察者の方向に反射光が向かって表示品位に影響を与えることはない。

【0043】特に、屈折率層の屈折率を導光体の屈折率よりも小さくすることにより、反射率が1となる全反射が生じ、導光体中を光が効率良く伝搬するので好ましい。

【0044】さらに、後述する実施形態3において図12に示すように、導光体と屈折率層との屈折率差が大きくなると表面反射が増加するため、屈折率差は0より大で0.2以上であるのが好ましい。屈折率差が0.2以下であればその反射率が0.5%以下となるので、導光体、屈折率層及び偏光選択透過手段の各界面での反射率を1%以下にすることができる。

【0045】上記導光体と偏光選択透過手段とを両者の屈折率に近似した屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせる場合、例えば約1.5の屈折率を有する粘着層により貼り合わせることができる。さらに、粘着層の屈折率を上述のように導光体の屈折率とわずかに異なる屈折率となるように設計することにより、均一な照明が可能となる。または、導光体と偏光選択透過手段との間に屈折率が両者と近似する、例えば屈折率1.5前後の透

明フィルムを介して貼り合わせてもよい。或いは、導光体と偏光選択透過手段とを透明樹脂により貼り合わせることも可能である。これらの場合にも、透明フィルムや透明樹脂層の屈折率が導光体の屈折率と微小な屈折率差を有するように設計すれば、均一な照明が可能となる。

【0046】ところで、導光体の出射面と対向する対向面に、光源から入射された光を伝搬する伝搬部と、光源から入射された光及び伝搬された光を出射面に向けて反射する反射部とから構成される凹凸が周期的に形成されている構成では、導光体の出射面や偏光選択透過手段の表面での表面反射が周期的な凹凸を介して観察者に到達するので、上述した第1の明暗縞が生じる。本発明では、導光体の出射面と偏光選択透過手段とが貼り合わされているので、その表面反射を低減して表示品位の向上を図ることができる。さらに、両者を導光体と屈折率がわずかに異なる屈折率層を介して貼り合わせた場合にも、両者の屈折率差が微小なものであるため表面反射が小さい。上述のように、両者の屈折率差を0.2以下とすることにより、表面反射を1%以下にすることができるので、第1の明暗縞の発生を防ぐことができる。

【0047】上述したように、導光体の出射面と対向する対向面に凹凸が設けられたフロントライトでは、光が導光体の周期的凹凸を通過し、反射型液晶表示素子の画素パターンを通過し、導光体の周期的凹凸を再度通過して観察者に到達するため、干渉により上述した第2の明暗縞が生じる。そこで、周期的な凹凸の筋の方向と画素パターンの繰り返し方向との間に角度を設けて両者の方向が一致しないようにすることにより、第2の明暗縞の周期が短くなって観察者に認識されなくなるので、表示品位を良好にすることができる。

【0048】画素パターンの配列がデルタ配列の場合には、周期的な凹凸の筋の方向を画素パターンの繰り返しの水平方向と 10° 以上 25° 以下、又は 55° 以上 80° 以下の角度にするのが好ましい。この範囲にすることにより、後述する実施形態1において図7に示すように、第2の明暗縞が観察されない。

【0049】画素パターンの配列がストライプ配列の場合には、周期的な凹凸の筋の方向を画素パターンの繰り返しの水平方向と 15° 以上 75° 以下の角度にするのが好ましい。この範囲にすることにより、後述する実施形態1において図8に示すように、第2の明暗縞が観察されない。

【0050】上記偏光選択透過手段としては、偏光板と $\lambda/4$ 板とを光学的に貼り合わせたものを用いることができる。このとき、偏光板の透過軸（又は吸収軸）と $\lambda/4$ 板の遅相軸（又は進相軸）とが 45° の角度をなすように配置すれば、フロントライトから出射する照明光が偏光板と $\lambda/4$ 板を通過した円偏光のみとなる。この円偏光を受けて反射型液晶表示素子の反射板で反射する過程で、液晶層により偏光状態が変調され、偏光板を透

過する光量が制御される。

【0051】或いは、上記偏光選択透過手段としては、偏光板と $\lambda/4$ 板との間に $\lambda/2$ 板を配置し、各々を光学的に貼り合わせたものを用いてもよい。この場合、 $\lambda/4$ 板の光の波長に対する位相差遅れの公差を、 $\lambda/2$ 板によって補償することができるので、広い波長領域で反射型液晶表示素子に適した円偏光を得ることができる。

【0052】偏光透過選択手段としてこのような組み合わせを用いることにより、偏光選択透過手段を透過した円偏光のうち、フロントライトの反射型液晶表示素子に対向する面（ $\lambda/4$ 板と空気との界面）での表面反射、及び反射型液晶表示素子の表面での表面反射は、再び $\lambda/4$ 板を通過する際に偏光板の透過軸と直交する直線偏光に変換されるので、偏光板に吸収される。従って、表面反射による導光体の明暗縞、及び表示のコントラスト比の低下を防ぐことができる。

【0053】本発明の反射型液晶表示装置では、フロントライトと反射型液晶表示素子との間に存在する界面、即ち、偏光選択透過手段の表面と反射型液晶表示素子の表面で約4%程度の表面反射が生じる。この表面反射は、上述のように偏光選択透過手段（偏光板）で吸収されるので表示のコントラスト比には影響しない。しかし、反射型液晶表示素子に入射して表示に利用される光量、及び反射型液晶表示素子で反射されて観察者に到達する光量を減少させる要因となるので、表示の明るさを損なうことになる。よって、偏光選択透過手段の反射型液晶表示素子と対向する側の表面、又は反射型液晶表示素子の偏光選択透過手段と対向する側の表面、或いは両方に反射防止処理を施すのが望ましい。

【0054】なお、本発明において、反射型液晶表示素子とフロントライトとは密着させないようにするのが望ましいので、貼り合わせないようにする。つまり、従来の液晶表示素子のように反射型液晶表示素子（液晶セル）と導光体とを貼り合わせると、両者が剛体であるために気泡が混入したり、接着樹脂の硬化が不充分になったり、リワークできなかつたりする等の問題が生じ、生産が困難になるからである。この場合、両者の間に空気層が生じるが、界面での反射は上述のように偏光選択透過手段で吸収されるので表示のコントラスト比には影響せず、さらに、上述の反射防止処理により防ぐことができる。

【0055】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0056】（実施形態1）図1及び図2は、実施形態1の反射型液晶表示装置の構成を示す図である。

【0057】この反射型液晶表示装置は、光源2、導光体3及び偏光選択透過手段4を有するフロントライト1と、一対のガラス基板5a、5bの間に液晶層6が挟持

され、その背面側に反射板7を有する反射型液晶表示素子5とで構成されている。

【0058】導光体3としては、ポリメチルメタクリレート射出成型して作製したものを採用し、その屈折率は1.49である。この導光体3は、光入射面3aにほぼ垂直な方向に光出射面3bを有している。光出射面3bに対向する対向面3cには、伝搬部3dと反射部3eを有するプリズム状の周期的凹凸3fが形成されている。周期的凹凸3fは、反射型液晶表示素子5の画素パターンと干渉し合って生じる第2の干渉縞によって表示品位が低下しないように設計されている。ここでは、その周期pを $390\mu\text{m}$ とし、反射型液晶表示素子5の画素パターンの水平方向と 23° の角度をなすように形成した。周期的凹凸3fの形状は、光源2から入射した光を有効に出射できるように設定してある。ここでは、 $390\mu\text{m}$ の周期pのうち、伝搬部3dの長さを平均 $370\mu\text{m}$ 、反射部3eの長さを平均 $20\mu\text{m}$ 、伝搬部3dと反射部3eとで構成されるプリズムの高さを $15\mu\text{m}$ とした。また、反射部3eの長さは、光出射面3bの面無いで均一な照明光が出射されるように、光入射面3aに近いほど $20\mu\text{m}$ より短く、遠いほど $20\mu\text{m}$ より長く設定した。

【0059】偏光選択透過手段4は、偏光板4a、 $\lambda/2$ 板4b及び $\lambda/4$ 板4cからなり、その屈折率は約1.5程度であり、粘着層（図示せず）を介してこの順に一体化されている。この偏光選択透過手段4の偏光板4aと、導光体3の光出射面3bとは、両者の間に反射が生じないように、粘着層20を介して光学的に貼り合わせられている。偏光板4aの透過軸、 $\lambda/2$ 板4bの遅相軸及び $\lambda/4$ 板4cの遅相軸は、反射型液晶表示素子5の液晶材料や配向の方向、視野角の特性等を考慮して、図2に示すように配置されている。この偏光選択透過手段4に入射する光のうち、偏光板4aを透過した直線偏光は、 $\lambda/2$ 板4bによって旋光して直線偏光となり、 $\lambda/4$ 板4cの遅相軸と 45° の角度をなす。従って、フロントライト1から最終的に出射される偏光は、円偏光となる。この構成により、 $\lambda/4$ 板4cの光の波長に対する位相差遅れの公差を $\lambda/2$ 板4bで補償できるので、広い波長域で円偏光を出射することが可能となる。本実施形態では、屈折率約1.5のアクリルオリゴマーを用いた粘着剤を粘着層10として用いた。

【0060】光源2としては、蛍光灯を用いた。この光源2は、導光体3の光入射面3a近傍に配置され、導光体3に入射した光は偏光選択透過手段4を通過しながらフロントライト1の内部を伝搬する。そして、反射部3eに到達した光は出射面3bに向かって反射され、偏光選択透過手段4を通過して円偏光の照明光として出射される。

【0061】反射型液晶表示素子5は、反射板7で照明光を反射すると共に液晶層6で変調し、再び偏光選択透

過手段4を透過する光量を調節して画像を表示する。本実施形態では、反射型液晶表示素子5として3.8型のQVGA、ストライプ配列で画素数が960×240、画素サイズが81μm×234.5μmのものを使用した。

【0062】次に、本実施形態の反射型液晶表示装置の表示品位について説明する。ここでは、図3に示すような、光源12及び導光体13からなるフロントライト11、及び偏光選択透過手段14が粘着層20を介して貼り合わせられた反射型液晶表示素子15を有する従来の反射型液晶表示装置と比較して説明する。なお、光源12、導光体13、偏光選択透過手段14、反射型液晶表示素子15、粘着層20としては、本実施形態と同じものを用いた。

【0063】本実施形態の反射型液晶表示装置と従来の反射型液晶表示装置において、フロントライトで反射型液晶表示素子を照明し、白色表示の明るさ（輝度）を測定した結果を図4に、黒色表示の明るさ（輝度）を測定した結果を図5に、両者の比、即ちコントラスト比を図6に示す。測定には、ELDIM社のEZ Contrastを使用し、反射型液晶表示装置の垂直方向と水平方向で±60°の視角について図に示した。

【0064】本実施形態1の反射型液晶表示装置は、図4に示すように、白色表示の明るさは従来の反射型液晶表示装置の2/3程度であるが、図5に示すように、黒色表示の明るさは従来の反射型液晶表示装置の半分以下であり、特に視角が大きい場合に光量が非常に小さくなっている。従って、図6に示すように、本実施形態1の反射型液晶表示装置のコントラスト比は、従来の反射型液晶表示装置の約2倍となって表示品位が大幅に向上し、表示が良好に観察できる視角範囲、即ち視野角も大きくなっている。

【0065】このように、本実施形態1の反射型液晶表示装置は、黒色表示のときの明るさ、即ち、フロントライトの対向面から直接観察者に向かって出射する漏れ光量が従来の反射型液晶表示装置の半分以下になっている。従って、フロントライトの対向面近傍に存在する埃、付着物、傷等の異物により光が散乱して輝点として光る等の影響を減少させることができる。

【0066】また、本実施形態1におけるフロントライトでは、出射される照明光がすでに偏光選択透過手段を透過しているので円偏光となっているのに対して、従来のフロントライトではフロントライトを出射した後に反射型液晶表示素子に貼り合わせられた偏光選択透過手段で円偏光となる。従って、反射型液晶表示素子に入射される光は同等でも、フロントライトを出射する照明光は半減している。従って、フロントライトと反射型液晶表示素子との間に存在する異物等により光が散乱して輝点として光等の影響を低減させることができ、表示品位及び生産性共に向上させることができる。

【0067】さらに、本実施形態1では、フロントライトの反射型液晶表示素子に対向する面（λ/4板と空気との界面）での表面反射、及び反射型液晶表示素子の表面における表面反射は、再びλ/4板を通過する際に偏光板の透過軸と直交する直線偏光に変換されて偏光板に吸収される。従って、表面反射による導光体の明暗縞及び表示のコントラスト比の低下を防止する効果もある。反射型液晶表示装置の周囲光によって表示を観察する場合にも、同様に、表面反射によるコントラスト比の低下を抑制することができる。

【0068】以上のように、導光体に粘着層を介して偏光選択透過手段を貼り合わせたフロントライトを用いることで、コントラスト比が高く、異物による影響の少ない、表示品位が良好で生産性の高い反射型液晶表示装置を得ることができる。

【0069】なお、本実施形態では導光体の周期的凹凸をプリズム状としたが、台形状、レンチキュラー状、球状等、他の形状であってもよい。また、導光体の材質としては、ポリメチルメタクリレート等のアクリル系樹脂の他、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂に代表される透明樹脂や、ガラス等を適宜用いることができる。

【0070】光源としては、蛍光体の他にも、ELやLED、LEDと棒状導光体との組み合わせ等、導光体の光入射面に均一に光を照射する光源であれば、いずれも用いることができる。

【0071】導光体の出射面に偏光選択透過手段を光学的に貼り合わせる方法としては、粘着層に限らず、接着剤、硬化樹脂等、両者の界面で反射が生じないように貼り合わせることが可能なものであれば、いずれも用いることができる。

【0072】導光体3に形成された周期的凹凸3fの筋の方向と、反射型液晶表示素子5の画素パターンの水平方向とのなす角度についても上述したものに限られないが、第2の明暗縞の発生を防ぐためには10°以上80°以下にするのが好ましい。

【0073】画素パターンがデルタ配列の場合について、第2の明暗縞が認識されない角度範囲を測定した結果を図7に示す。ここでは、2.0型と2.5型のデルタ配列の反射型液晶表示素子の前面にフロントライトを配置した場合について、その導光体の周期的凹凸の筋の方向と反射型液晶表示素子の画素パターンの繰り返しの水平方向とのなす角度を変化させて第2の明暗縞を観察した。2.0型の場合を実線で示し、2.5型の場合を点線で示す。

【0074】この図7からわかるように、周期的凹凸の周期によっては角度範囲にばらつきが見られるものの、ほぼ10°以上25°以下、又は55°以上80°以下で第2の明暗縞が観察されない。

【0075】同様に、画素パターンがストライプ配列の

やアクリル板の反射率が1%であることを考慮すると、屈折率層での表面反射はそれほど大きなものではなく、周囲光による反射型液晶表示素子の画像の表示品位を特に損なうものではない。

【0093】本実施形態3の場合には屈折率層（低屈折率樹脂層10a）の屈折率が1.38で表面反射が0.1%であり、反射型液晶表示素子の画像の表示品位を良好に保つことができる。

【0094】これに対して、実施形態1のフロントライト1では、導光体3と偏光選択透過手段4とが屈折率1.5の粘着層10によって貼り合わせられているので、界面での反射が殆ど生じない。このため、光源2から導光体3の端面に入射した光は、偏光選択透過手段4の反射型液晶表示素子5に対向した面と、導光体3の対向面での反射によって伝搬する。しかし、偏光選択透過手段4での反射は、偏光板と位相差板（ $\lambda/2$ 板や $\lambda/4$ 板）の変調の効果によってほとんど吸収されてしまうので、導光体3の内部を伝搬する光の量が減少する。従って、光源2から遠くなるほどフロントライト1の照明光が暗くなって均一な照明が行えなくなる。

【0095】ここで、実施形態1と実施形態3の反射型液晶表示装置について、平均輝度と輝度分布を測定した結果を下記表1に示す。

【0096】

【表1】

反射型液晶表示装置の平均輝度と輝度分布

	実施形態3	実施形態1
平均輝度 (cd/m ²)	24.5	20.8
輝度分布 (MAX/MIN)	1.3	2.0

測定点は、図13(a)に示すように、反射型液晶表示装置の表示領域を4×4に16分割したときの9つの交点とした。測定装置としてはTOPCOM(株)製の輝度計BM-5Aを用い、図13(b)に示すような測定系により、暗所でフロントライト1の光源2を点灯させた時の反射型液晶表示装置の白表示における輝度を測定した。輝度の均一性は、9点の測定値の最大値/最小値(MAX/MIN)で求めた輝度分布により表される。

【0097】この表1からわかるように、実施形態3の反射型液晶表示装置では実施形態1の反射型液晶表示装置に比べて平均輝度が約15%以上向上し、輝度の均一性も改善されている。

【0098】このように、本実施形態においては、導光体と偏光選択透過手段とを屈折率が小さい低屈折率樹脂層10aを介して貼り合わせることで、導光体内部を伝搬する光の量が多くなる。よって、明るく均一な照明が可能なフロントライトを得ることができ、また、明るくコントラスト比が高く、輝度分布の少ない反射型液晶表示装置を実現することができる。

【0099】なお、本実施形態においては、低屈折率層を紫外線硬化樹脂で形成したが、低屈折率の粘着剤からなる粘着層により導光体と偏光選択透過手段とを貼り合わせてもよい。

【0100】或いは、低屈折率の透明フィルムを介して貼り合わせてもよく、様々な方法を用いることができる。低屈折率の透明フィルムを介して導光体と偏光選択透過手段とを貼り合わせる場合には、透明フィルムを導光体や偏光選択透過手段と貼り合わせる。この貼り合わせには、透明フィルムの屈折率と導光体の屈折率の間の屈折率を有する粘着剤を用いることができる。

【0101】さらに、偏光選択透過手段と反射型液晶表示素子との対向面に反射防止処理を施すことにより、各々の界面での反射が減少し、より明るい表示を実現することができる。

【0102】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明による場合には、導光体に偏光選択透過手段を光学的に貼り合わせたフロントライトにより、導光体の出射面に対向する対向面から観察者側に出射する漏れ光や、導光体の対向面近傍に存在する異物に照射された漏れ光やフロントライトの出射光が散乱して発生する輝点を減少させることができる。これにより、コントラスト比の低下を防ぎ、生産性の向上を図ることができるので、表示品位に優れた反射型液晶表示装置を低コストで実現することができる。

【0103】また、偏光選択透過手段の反射型液晶表示素子と対向する側の表面、又は反射型液晶表示素子の偏光選択透過手段と対向する側の表面、或いは両方に反射防止処理を施すことにより、さらに明るく、表示品位が良好で生産性に優れた反射型液晶表示装置を実現することができる。

【0104】さらに、導光体と異なる屈折率、好ましくは導光体よりも低い屈折率を有する屈折率層を介して、導光体と偏光選択透過手段とを貼り合わせることで、より、明るく、輝度分布の小さい均一な画像表示が可能な反射型液晶表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図2】実施形態1の反射型液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図3】従来の反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図4】実施形態1、実施形態2及び従来の反射型液晶表示装置について、白色表示の輝度を測定した結果を示す図である。

【図5】実施形態1、実施形態2及び従来の反射型液晶表示装置について、黒色表示の輝度を測定した結果を示す図である。

【図6】実施形態1、実施形態2及び従来の反射型液晶表示装置について、コントラスト比を示す図である。

【図7】画素パターンがデルタ配列の場合において、第2の明暗縞が観察されない、導光体の周期的凹凸の筋の方向と画素パターンの繰り返しの水平方向とのなす角度の範囲を示すグラフである。

【図8】画素パターンがストライプ配列の場合において、第2の明暗縞が観察されない、導光体の周期的凹凸の筋の方向と画素パターンの繰り返しの水平方向とのなす角度の範囲を示すグラフである。

【図9】実施形態2の反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図10】実施形態3の反射型液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図11】導光体と異なる屈折率を有する屈折率層を用いた場合について、導光体と屈折率層との界面における反射率と反射角との関係を示すグラフである。

【図12】導光体と屈折率層との界面における表面反射率と、屈折率層の屈折率との関係を示すグラフである。

【図13】反射型液晶表示装置における輝度の測定点を示す平面図、及び測定系を示す断面図である。

【図14】反射型液晶表示装置における基本的な光の偏光状態の変化を説明するための斜視図である。

【図15】画素配列の代表的な例を示す平面図である。

【図16】従来の反射型液晶表示装置の構成を示す断面

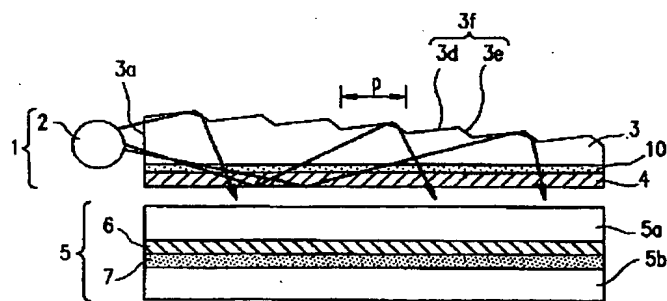
図である。

【図17】従来の反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

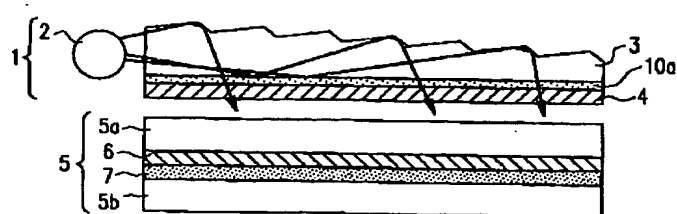
【符号の説明】

- 1 フロントライト
- 2 光源
- 3 導光体
- 3 a 光入射面
- 3 b 光出射面
- 3 c 対向面
- 3 d 伝搬部
- 3 e 反射部
- 3 f 周期的凹凸
- 4 偏光選択透過手段
- 4 a 偏光板
- 4 b $\lambda/2$ 板
- 4 c $\lambda/4$ 板
- 5 反射型液晶表示素子
- 5 a、5 b ガラス板
- 6 液晶層
- 7 反射板
- 8、9 反射防止手段
- 10 粘着層
- 10 a 低屈折率樹脂層

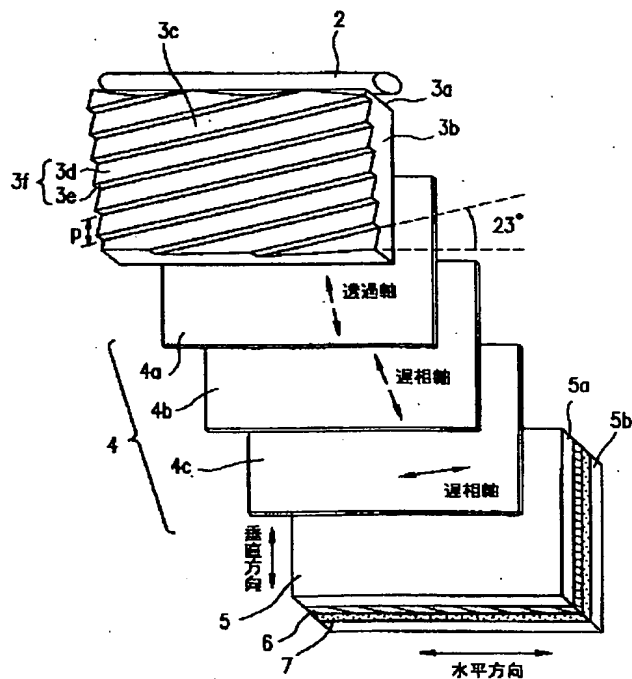
【図1】



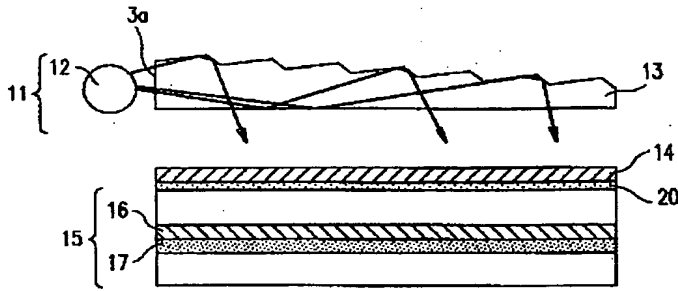
【図10】



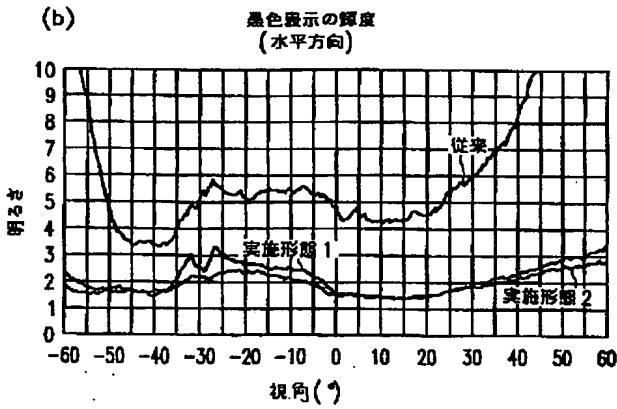
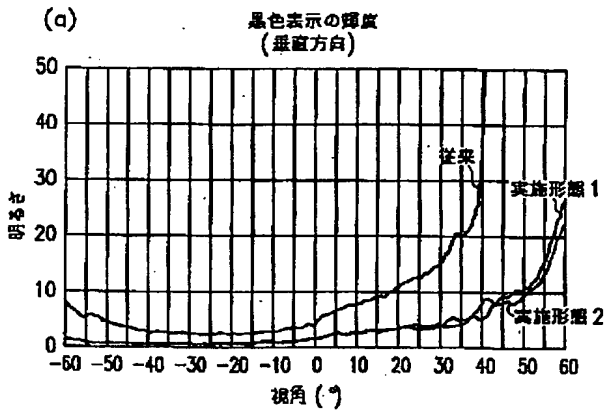
【図2】



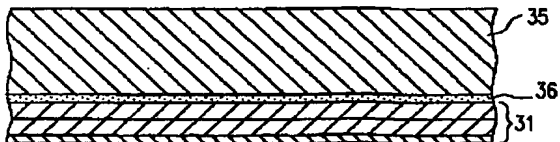
【図 3】



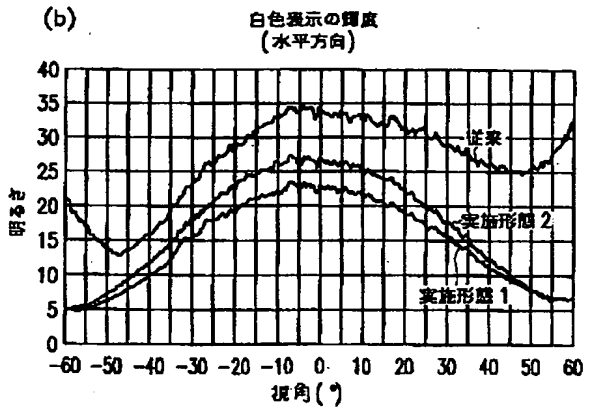
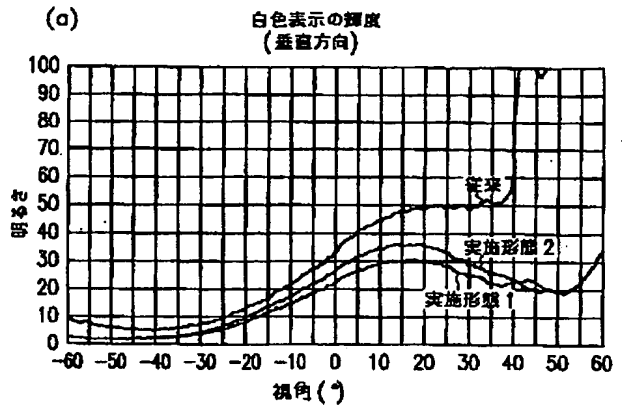
【図 5】



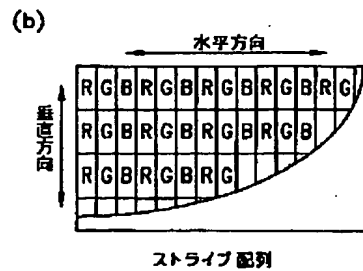
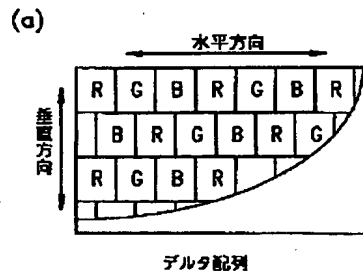
【図 17】



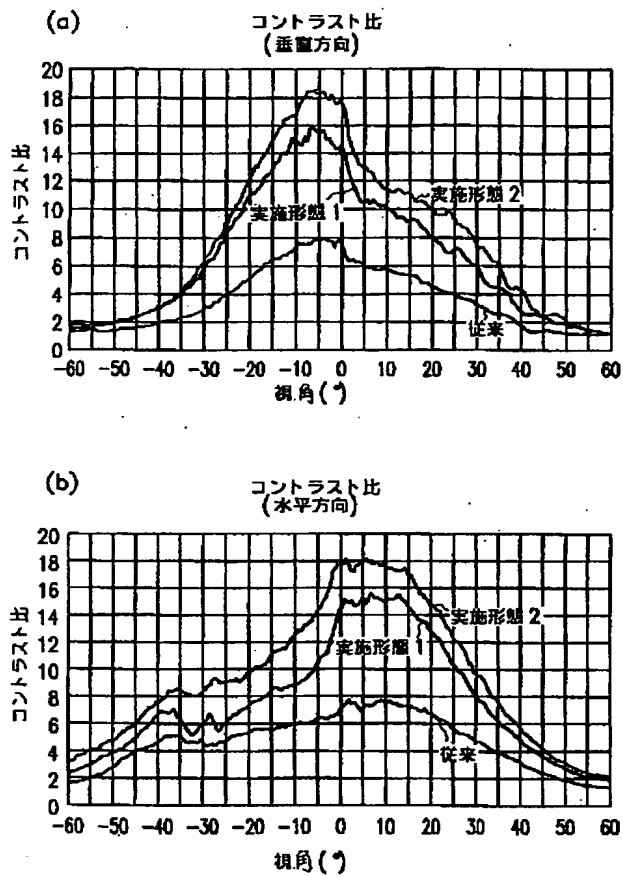
【図 4】



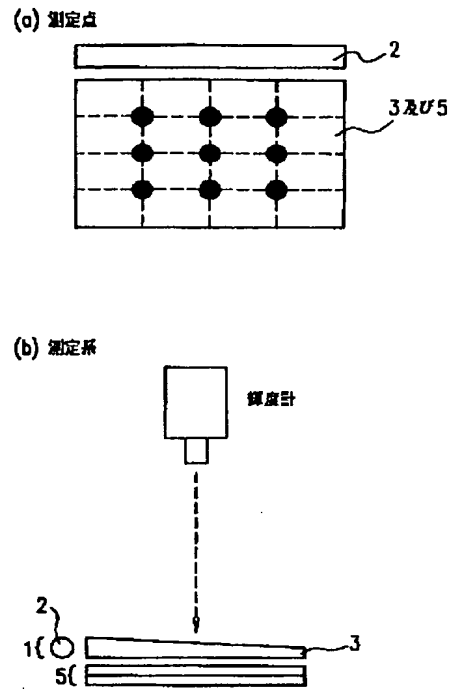
【図 15】



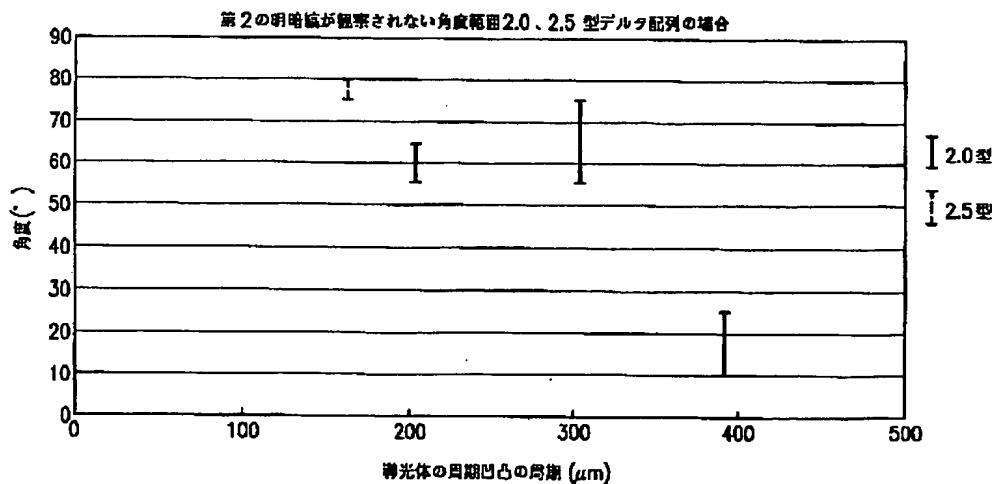
【図6】



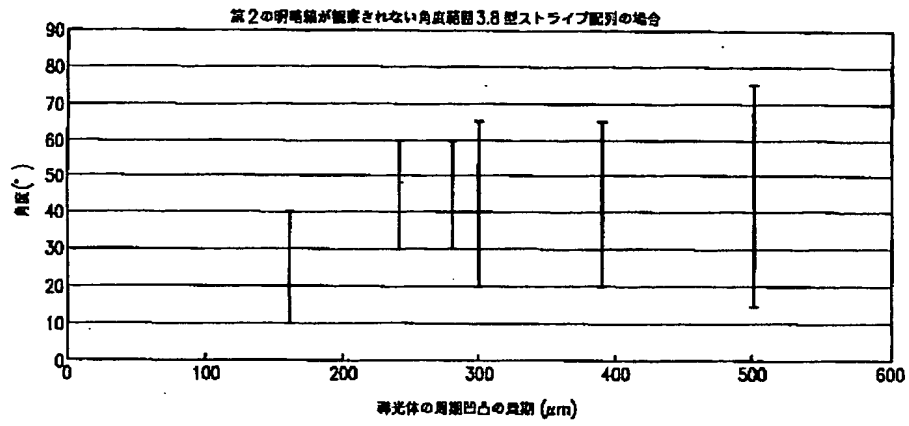
【図13】



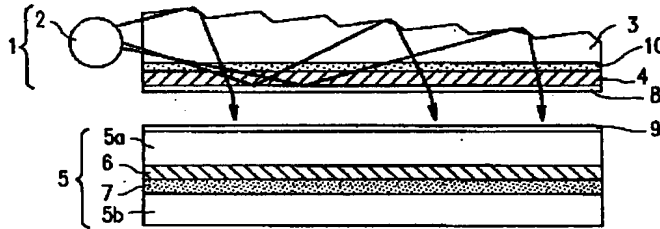
【図7】



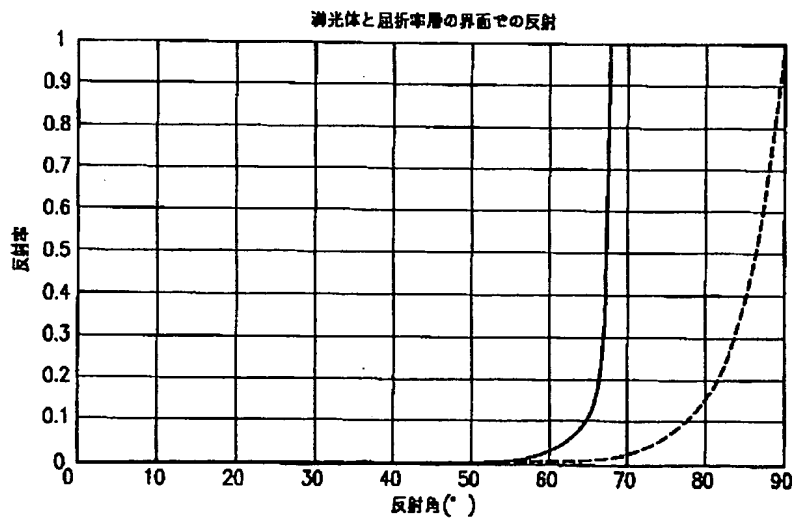
【図8】



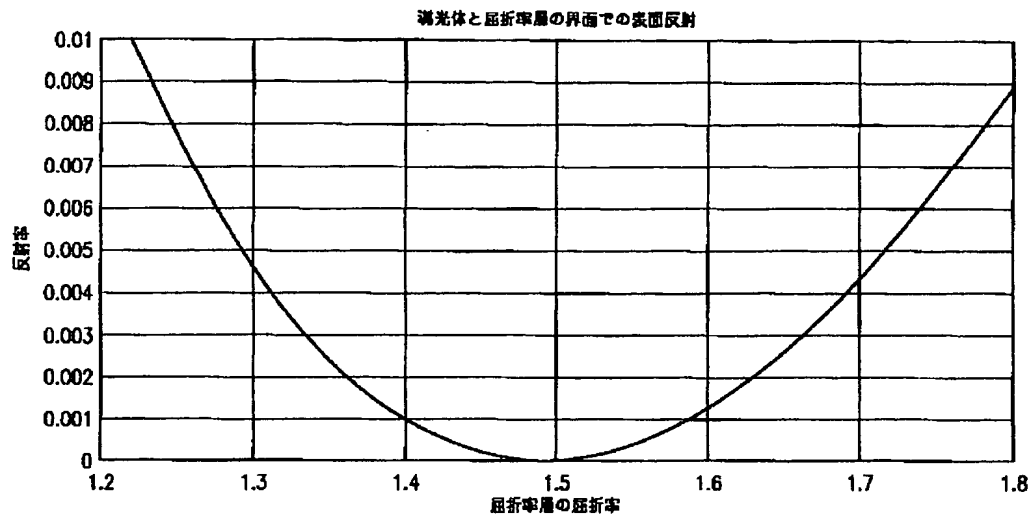
【図9】



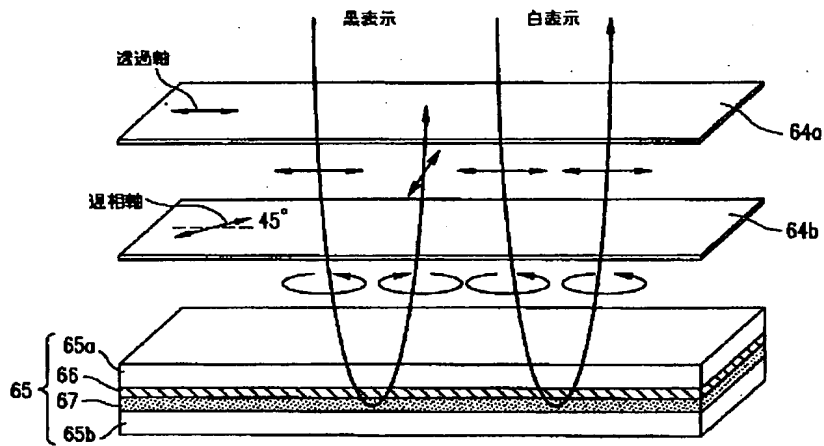
【図11】



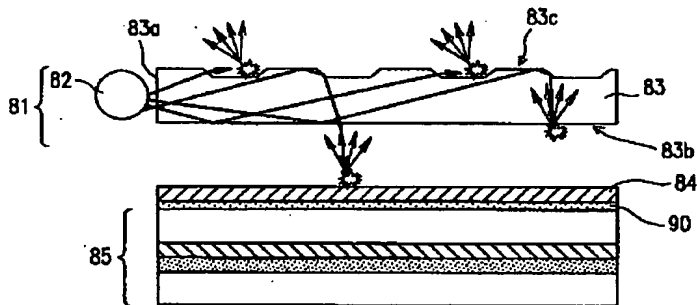
【図12】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 海老 毅
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H038 AA52 AA54 AA55
2H049 BA02 BA05 BA06 BA07 BB03
BB63 BC22
2H091 FA07X FA11X FA14Y FA23X
FA31X FA37X FA41X FD01
FD06 FD15 KA01 LA12 LA16

場合について、第2の明暗縞が認識されない角度範囲を測定した結果を図8に示す。ここでは、3.8型QVGAのストライプ配列の反射型液晶表示素子の前面にフロントライトを配置した場合について、その導光体の周期的凹凸の筋の方向と反射型液晶表示素子の画素パターンの繰り返しの水平方向とのなす角度を変化させて第2の明暗縞を観察した。

【0076】この図8からわかるように、周期的凹凸の周期によっては角度範囲にばらつきが見られるものの、ほぼ 15° 以上 75° 以下で第2の明暗縞が観察されない。

【0077】従って、導光体の周期的凹凸と反射型液晶表示素子の画素パターンの水平方向とのなす角度が上述した範囲になるように設計すれば、第2の明暗縞の発生を防いで表示品位の良好な反射型液晶表示装置を実現することができる。

【0078】(実施形態2)図9は、実施形態2の反射型液晶表示装置の構成を示す図である。

【0079】この反射型液晶表示装置は、実施形態1と同様のフロントライト1及び反射型液晶表示素子5において、偏光選択透過手段4と反射型液晶表示素子5の対向する表面に、各々反射防止手段8、9が設けられている。本実施形態では、反射防止手段8、9として、日東電工(株)製の反射防止フィルム(製品名:TAC-ARC/AR)を用い、粘着層(図示せず)を介して各表面に貼り付けた。

【0080】本実施形態の反射型液晶表示装置において、フロントライトで反射型液晶表示素子を照明し、白色表示の明るさ、黒色表示の明るさ及びコントラスト比を実施形態1で示した図4、図5及び図6に示す。

【0081】本実施形態2の反射型液晶表示装置は、図4に示すように、白色表示の明るさは実施形態1の反射型液晶表示装置と比べて15%~20%程度向上し、図5に示すように、黒色表示の明るさは実施形態1の反射型液晶表示装置と同等である。従って、図6に示すように、本実施形態2の反射型液晶表示装置のコントラスト比は、実施形態1の反射型液晶表示装置と比べて15%~20%程度向上している。

【0082】また、本実施形態2の反射型液晶表示装置は、偏光選択透過手段4及び反射型液晶表示素子5の表面での表面反射が低減されているため、フロントライト1による照明、周囲光による照明のどちらの場合でも、反射型液晶表示素子5に入射する光量及び出射する光量が増加し、明るい表示が可能となる。

【0083】以上のように、偏光選択透過手段と反射型液晶表示素子の対向する表面に各々反射防止手段を設けることによって、明るく、コントラスト比が高く、異物による影響がさらに少ない、表示品位が良好で生産性の高い反射型液晶表示装置を得ることができる。

【0084】なお、本実施形態においては、反射防止手

段として市販の反射防止フィルムを貼り付けたが、反射防止処理としては、膜厚が約 $0.1\mu\text{m}$ の MgF_2 、 SiO_2 等、薄膜の干渉作用によって反射エネルギーを低下させる反射防止膜を蒸着やスパッタリング等の手法で形成したフィルムを各表面に貼り付けてもよい。この場合、基材となるフィルムは複屈折性の少ない材料であることが望ましい。また、偏光選択透過手段及び反射型液晶表示素子の表面に直接反射防止膜を形成してもよい。

【0085】(実施形態3)図10は、実施形態3の反射型液晶表示装置の構成を示す図である。

【0086】本実施形態において、フロントライト1は、実施形態1と同様の導光体3及び偏光選択透過手段4が低屈折率樹脂層10aを介して貼り合わせられている。このフロントライト1は実施形態1と同様の反射型液晶表示素子5の前面に配置されている。

【0087】低屈折率樹脂層10aとしては、大日本インキ化学工業(株)製のDEFENSA 7702Aを用いた。この樹脂は紫外線硬化型で硬化時の屈折率は1.38であり、ポリメチルメタクリレートからなる導光体3の屈折率1.49よりも小さい。

【0088】図11に、この導光体3と低屈折率樹脂層10aとの界面での反射率と反射角との関係を実線で示す。比較のために、導光体としては上記と同じ屈折率1.49のポリメチルメタクリレートからなるものを用い、屈折率層の屈折率を1.6としたものを図11に点線で示す。

【0089】この図11からわかるように、導光体とは異なる屈折率を有する屈折率層を設けることにより、反射角が大きい領域で界面での反射が生じ、導光体中を伝搬する光の量を増加させることができる。特に、屈折率層の屈折率が導光体の屈折率よりも小さい場合には、反射率が1となる全反射が生じるため、導光体中を光が効率良く伝搬させることができる。

【0090】本実施形態3の場合には全反射角が 68° であり、光源2から導光体3の端面に入射した光は、低屈折率樹脂層10aとの界面及びこれに対向する対向面で反射されながら導光体3の内部を伝搬する。従って、フロントライト1によって均一な照明光を得ることができる。さらに、反射角が大きいため、観察者の方向に反射光が生じて反射型液晶表示素子の表示品位に影響を与えることはない。

【0091】さらに、図12に、導光体と屈折率層との界面での反射角 0° 方向の反射率、すなわち表面反射率と、屈折率層の屈折率との関係を示す。

【0092】この図12からわかるように、導光体と屈折率層との屈折率差が大きくなると表面反射が増加するが、屈折率差が0.2以内であればその反射率は0.5%以下である。よって、導光体、屈折率層及び偏光選択透過手段の界面での反射率を1%以下に抑えることができる。ここで、一般的な反射防止処理を施したガラス板